

Help

Logout

Main Menu

Search Form

Result Set

Show S Numbers

Edit S Numbers

First Hit

Previous Document

Next Document

Full

Title

Citation

Front

Review

Classification

Date

Reference

Claims

KWD

## Document Number 1

Entry 1 of 3

File: DWPI

Feb 25, 1993

DERWENT-ACC-NO: 1993-068137

DERWENT-WEEK: 199309

COPYRIGHT 2000 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Arc welding appts. - has main voltage-fed DC rectifier, intermediate circuit prim. side transformer, sec. side transformer and AC rectifier, etc.

INVENTOR: SZCZESNY, M

PATENT-ASSIGNEE: EWM ELEKTROWERK MUENDERSBACH VERW GMBH [EWMEN]

## PRIORITY-DATA:

APPL-NO

1991DE-4128175

APPL-DATE

August 24, 1991

## PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE <u>4128175</u> A1	February 25, 1993	N/A	008	B23K009/10
DE <u>4128175</u> C2	May 19, 1994	N/A	066	B23K009/10

## APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	APPL-DESCRIPTOR
DE 4128175A1	August 24, 1991	1991DE-4128175	N/A
DE 4128175C2	August 24, 1991	1991DE-4128175	N/A

INT-CL (IPC): B23K 9/10

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4128175A

## BASIC-ABSTRACT:

Arc welding appts. comprises an inverter current source with a mains voltage fed DC rectifier (1), an intermediate circuit (2), a primary side transformer (4), a secondary side transformer with DC rectifier (5) connected to it and an AC rectifier whose outlets are connected to the weld electrodes (15,16). The AC rectifier is assembled as a bridge circuit with each of its four bridge diagonals having a semi conductor switch (12a-12d) with a parallel connected force running diode (13a-13d). The AC rectifier is also provided with a protection circuit (9,10,11) by means of which during the commutating phase the threshold voltages on the semiconductor switches are adjusted to predetermined values.

ADVANTAGE - No mechanical switches are required to protect the apparatus from unacceptable high voltage surges esp. with high current densities.

ng

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4128175C

## EQUIVALENT-ABSTRACTS:

Arc welding unit has an inverter power source with rectifier (1), intermediate circuit (2), prim. switched-mode transformer (4) and rectifier (5) on the sec. side. A bridge circuit inverter is connected to the welding electrode and workpiece (15,16). A protective circuit (9,10,11) controlling reverse voltages to the semiconductor switches is supplied with a predetermined voltage from an auxiliary diode (8) with one connection to the output of the secondary side

auxiliary diode (8) with one connection to the output of secondary side rectifier.

ADVANTAGE - Simple method of controlling reverse voltage.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4 Dwg.1/2

DERWENT-CLASS: M23 P55 X24

CPI-CODES: M23-D01B;

EPI-CODES: X24-B02X; X24-G;

Main Menu		Search Form		Result Set		Show S Numbers		Edit S Numbers	
First Hit			Previous Document				Next Document		
Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Claims	R000C

Help	Logout
------	--------

.....



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 41 28 175 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B23 K 9/10

21 Aktenzeichen: P 41 28 175.6  
22 Anmeldetag: 24. 8. 91  
43 Offenlegungstag: 25. 2. 93

DE 41 28 175 A 1

71 Anmelder:  
EWM Elektrowerk Mündersbach  
Verwaltungsgesellschaft mbH, 5419 Mündersbach,  
DE

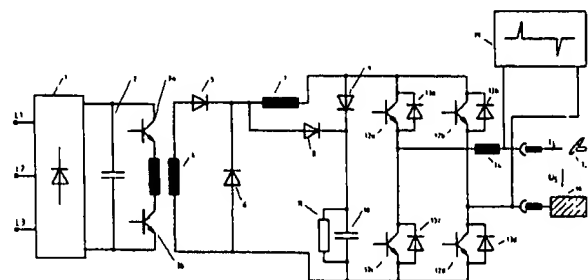
74 Vertreter:  
Cohausz, W., Dipl.-Ing.; Knauf, R., Dipl.-Ing.;  
Cohausz, H., Dipl.-Ing.; Werner, D., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Redies, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Schippan, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 4000  
Düsseldorf

72 Erfinder:  
Szczesny, Michael, 5419 Mündersbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lichtbogenschweißgerät

57 Die Erfindung betrifft ein Lichtbogenschweißgerät, bestehend aus einer Inverterstromquelle mit einem netzspannungsgespeisten Gleichrichter 1, einem Zwischenkreis 2, einem primärseitig getakteten Stromwandler 4 und einem sekundärseitig des Stromwandlers 4 angeordneten Gleichrichter 5 und einem von der Inverterstromquelle gespeisten Wechselrichter, an dessen Ausgang eine Schweißelektrode 15, 16 induktiv angeschlossen ist. Um einen Einsatz auch bei hohen Stromstärken mit hoher Sicherheit gegen unzulässige Überspannungen zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß der an die Inverterstromquelle induktiv angekoppelte Wechselrichter als Brückenschaltung ausgeführt ist, wobei in jeder seiner vier Brückendiagonalen jeweils ein Halbleiterschalter 12a-12d mit einer parallel hierzu geschalteten Freilaufdiode 13a-13d vorgesehen ist und daß dem Wechselrichter eine Schutzschaltung 9, 10, 11 zugeordnet ist, mittels der während der Kommutierungsphase die Sperrspannungen an den Halbleiterschaltern 13a-13d auf einen vorgebbaren Spannungswert einstellbar sind.



DE 41 28 175 A 1

Die Erfindung betrifft ein Lichtbogenschweißgerät bestehend aus einer Inverterstromquelle mit einem netzspannungsgespeisten Gleichrichter, einem Zwischenkreis, einem primärseitig getakteten Stromwandler und einem sekundärseitig des Stromwandlers angeordneten Gleichrichter und einem von der Inverterstromquelle gespeisten Wechselrichter, an dessen Ausgang eine Schweißelektrode induktiv angeschlossen ist.

Ein solches Lichtbogenschweißgerät ist aus dem Stand der Technik der DE PS 38 03 447 bekannt. Bei diesem bekannten Schweißgerät ist an die Inverterstromquelle eine Wechselrichterschaltung angeschlossen, die im wesentlichen aus zwei steuerbaren Halbleiterschaltern besteht. Die Halbleiterschalter werden von einer Steuereinrichtung getaktet derart, daß in die Schweißelektrode ein Strom mit einer Frequenz zwischen 50 und 500 Hz fließt. Darüber hinaus ist bei der bekannten Schaltung ein Umschalter am Ausgang des Wechselrichters vorgesehen, in dessen erster Stellung ein Gleichstrombetrieb ermöglicht wird und in dessen zweiter Stellung ein Wechselstrombetrieb. Obgleich die bekannte Schaltung den Vorteil besitzt, daß auf einfache Weise von Gleich- auf Wechselstrombetrieb und umgekehrt umgeschaltet werden kann, hat sich in der Praxis gezeigt, daß insbesondere bei hohen Ausgangsströmen, die Gestaltung des Umschalters einen beträchtlichen Aufwand erfordert.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Lichtbogenschweißgerät der eingangs genannten Art dahingehend weiterzuentwickeln, daß der mechanische Umschalter entfallen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der induktiv an die Inverterstromquelle angegekoppelte Wechselrichter als Brückenschaltung ausgeführt ist, wobei in jeder seiner vier Brückendiagonalen jeweils ein Halbleiterschalter mit einer parallel hierzu geschalteten Freilaufdiode vorgesehen ist und daß dem Wechselrichter eine Schutzschaltung zugeordnet ist, mittels der während der Kommutierungsphase die Sperrspannungen an den Halbleiterschaltern auf einen vorgebbaren Spannungswert einstellbar sind.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß einerseits durch die Verwendung eines an sich bekannten Wechselrichters in Brückenschaltung eine hohe Stromstärke für den Schweißprozeß zur Verfügung gestellt werden kann. Gleichzeitig werden durch die Freilaufdioden parallel zu den Halbleiterschaltern der einzelnen Brückendiagonalen Rückstromkreise aufgebaut, durch die zu Beginn der jeweiligen Kommutierungsphasen die in der induktiven Last gespeicherte magnetische Energie abgebaut werden kann. Die dem Wechselrichter zugeordnete Schutzschaltung sorgt dafür, daß die an den einzelnen Halbleiterschaltern anliegende Sperrspannung auf einen vorgebbaren Wert beschränkt ist, so daß eine Zerstörung der Halbleiterschalter aufgrund von Überspannungen vermieden wird. Andererseits ist durch die Einstellbarkeit des Spannungswertes die Sicherheit gegeben, daß der Schweißprozeß aufrechterhalten bleibt. Beim Wechselstromschweißen muß nämlich nach jedem Nulldurchgang des Stromes von einem entsprechend getriggerten Hochspannungsimpulsgeber ein erneuter Zündimpuls gegeben werden. Damit nach der durch den Zündimpuls bedingten Ionisierung der Lichtbogen auf Dauer erhalten werden kann, muß zu diesem Zeitpunkt eine Ausgangsspannung vom Wechselrichter bereit gestellt werden, die höher ist als die

Betriebsbrennspannung, die außerhalb der Kommutierungsphasen am Schweißprozeß anliegt. Durch die erfindungsgemäße Schutzschaltung läßt sich der Spannungswert am Wechselrichterausgang entsprechend so festlegen, daß er zum Zeitpunkt der Ionisierung hoch genug ist, um den Lichtbogen aufrecht zu erhalten, aber gleichzeitig die Sperrspannung der Halbleiterschalter nicht überschreitet.

Eine einfache schaltungstechnische Realisierung ergibt sich, wenn die Schutzschaltung gebildet ist aus einer parallel zu den Einspeisepunkten des Wechselrichters geschalteten Reihenschaltung aus einem Stromventil und einem Kondensator, dem der vorgebbare Spannungswert aufgeprägt ist.

Der vorgebbare Spannungswert für die Begrenzung der Sperrspannung an den Halbleiterschaltern wird nach einer bevorzugten Ausführungsform dadurch gebildet, daß dem Kondensator eine variierbare Gleichspannungsquelle parallel geschaltet ist. Alternativ kann hierzu auch eine den Kondensator ladende Stromquelle verwendet werden.

In einer besonders einfach zu realisierenden Schaltungsvariante wird anstelle der variierbaren Gleichspannungsquelle über eine Hilfsdiode die am Ausgang des sekundärseitigen Gleichrichters der Inverterstromquelle anliegende Spitzenspannung in Höhe von zum Beispiel 80 V dem Kondensator aufgeprägt.

Eine praktikable Realisierung des Wechselrichters besteht darin, daß die Bauelemente in den einzelnen Brückendiagonalen durch Halbleiterschalter mit integrierten parallelen Dioden gebildet sind.

Im Rahmen der Erfindung ist es ebenfalls denkbar, anstelle einer Inverterstromquelle eine Stromquelle herkömmlicher Art zu verwenden, die beispielsweise dadurch gebildet ist, daß die Netzspannung mittels eines Vollwellen-Brückengleichrichters gleichgerichtet wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Fig. 4 Pegeldiagramme der Schweißspannung  $U_s$ , des Schweißstromes  $I_s$  und des Hochspannungsimpulses des Zündgerätes.

Fig. 1 zeigt einen von einem Dreiphasennetz  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  gespeisten Gleichrichter 1, der einen einen Zwischenkreis bildenden Kondensator 2 speist, welcher seinerseits einen ihm nachgeordneten Stromwandler 4 versorgt. Der Stromwandler 4 wird primärseitig über Halbleiterschalter 3a, 3b getaktet, derart, daß primärseitig eine Taktfrequenz im Mittelfrequenzbereich von zum Beispiel 25–60 kHz entsteht.

Sekundärseitig ist der Stromwandler 4 an eine Gleichrichterdiode 5 angeschlossen, wobei der Reihenschaltung aus Sekundärwicklung des Stromwandlers 4 und Gleichrichterdiode 5 eine Freilaufdiode 6 parallel geschaltet ist.

Die bis hierhin beschriebene Schaltung stellt eine sogenannte Inverterstromquelle dar, welche den im folgenden zu beschreibenden Schaltungsteil mit Gleichstrom versorgt.

Zur Glättung des Ausgangsstromes der Inverterstromquelle ist eine Glättungsdrossel 7 vorgesehen, der ein Wechselrichter nachgeordnet ist. Der Wechselrichter wird gebildet durch eine Brückenschaltung aus vier Halbleiterschaltern 12a bis 12d, die beispielsweise als

Transistoren ausgebildet sein können. Jedem der Halbleiterschalter 12a bis 12d ist eine Freilaufdiode 13a bis 13d parallel geschaltet. Am Ausgang des Wechselrichters ist der Schweißprozeß angeschlossen, welcher durch die Schweißelektrode 15 und den Masseschluß 16 zeichnerisch dargestellt ist. Parallel zum Wechselrichterausgang ist ein Hochspannungsimpulsgeber 19 geschaltet, der bei Beginn des Schweißprozesses und nach jedem Nulldurchgang des Schweißstromes einen Hochspannungsimpuls abgibt. Zur Entkopplung der Hochspannungsimpulse vom Wechselrichterausgang ist eine Sperrdrossel 14 in Reihe geschaltet.

Parallel zu den Eingangsklemmen des Wechselrichters ist eine Reihenschaltung aus einem Stromventil 9 und einem Kondensator 10 angeschlossen, wobei parallel zum Kondensator 10 ein Ohmscher Widerstand 11 liegt. Für den gemeinsamen Anschluß von Stromventil 9 und Kondensator 10 ist eine Hilfsdiode 8 angeschlossen, deren anderer Anschluß am Ausgang der Inverterstromquelle liegt.

Die Funktion der in Fig. 1 dargestellten Schaltung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Pegeldiagramme von Fig. 4 näher erläutert:

Zur Versorgung des Schweißprozesses 15, 16 mit einem Wechselstrom  $I_s$  der gewünschten Wechselfrequenz, beispielsweise 50 bis 500 Hz, werden die Halbleiterschalter 12a bis 12d entsprechend an ihren Basisanschlüssen so getaktet, daß in einer ersten Schalterstellung die aus den Halbleiterschaltern 12a und 12d gebildete Diagonale des Wechselrichters stromführend und die aus den Halbleiterschaltern 12b und 12c gebildete Diagonale stromlos ist (Fig. 4, oberes Plateau von  $I_s$ ). In dieser Phase fließt der Strom aus der Inverterstromquelle über die Glättungsdrossel 7, den Halbleiterschalter 12a, die Induktivität 14, den Schweißprozeß 15, 16 und über den Halbleiterschalter 12d.

Während der zweiten Halbwelle des Wechselstromes (unteres Plateau von  $I_s$  in Fig. 4) ist die durch die Halbleiterschalter 12b und 12c gebildete Brückendiagonale stromführend und die durch die Halbleiterschalter 12a und 12d gebildete Brückendiagonale stromlos. Daher fließt in der zweiten Halbwelle Strom aus der Inverterstromquelle über die Glättungsdrossel 7, den Halbleiterschalter 12b, den Schweißprozeß 16, 15, die Induktivität 14 und den Halbleiterschalter 12c.

Die Kommutierung, also der Übergang von einer Brückendiagonalen auf die andere, erfolgt nun derart, daß zunächst die zuvor geschlossenen Halbleiterschalter 12a, 12d bzw. 12b, 12c geöffnet werden und nach Ablauf der Kommutierungszeit die Halbleiterschalter der danach stromführenden Brückendiagonale geschlossen werden. Zum Zeitpunkt des Kommutierungsbeginns ist daher in den Induktivitäten 14 und 7 magnetische Energie gespeichert. Diese wird nach der erfindungsgemäßen Schaltung während der Kommutierungsphase wie folgt abgebaut:

Nach dem Öffnen der zuvor geschlossenen Halbleiterschalter 12a, 12d fließt der in der Induktivität 14 zuvor geschlossene Schweißstrom weiter über die Freilaufdiode 13b, das Stromventil 9, den Kondensator 10 und die Freilaufdiode 13c.

Bei zuvor geschlossenen Schaltern 12b, 12c fließt nach dem Öffnen dieser Schalter der Schweißstrom weiter über die Freilaufdiode 13a, das Stromventil 9, den Kondensator 10 und die Freilaufdiode 13d.

Die in der Induktivität 7 gespeicherte magnetische Energie wird dabei über den durch die Elemente 9, 10, 6 gebildeten Stromkreis abgebaut.

In dieser Zeit, während der durch die gespeicherte magnetische Energie bewirkte Ausgleichstrom fließt, liegt am Kondensator 10 ständig eine konstante Gleichspannung an. Diese ist dadurch bedingt, daß über die Hilfsdiode 8 eine Gleichspannung dem Kondensator 10 aufgeprägt wird, die der Leerlaufausgangsspannung des sekundärseitigen Anschlusses des Stromwandlers 4 entspricht. Die Einprägung dieses Gleichspannungswertes hat zur Folge, daß zum Zeitpunkt des in Fig. 4 im unteren Diagramm dargestellten Zündimpulses die Ausgangsspannung  $U_{10}$  (vgl. oberes Diagramm in Fig. 4) des Wechselrichters auf einen bestimmten Wert, z. B. 80 V, fixiert ist, der oberhalb der außerhalb der Kommutierungszeit vom Wechselrichter ausgegebenen Brenns spannung  $U_B$  (z. B. 20 V) liegt. Dieser erhöhte Spannungswert reicht aus, um den Lichtbogen nach dem Zünden aufrecht zu erhalten. Andererseits sorgt die Einprägung des Gleichspannungswertes dafür, daß an den Halbleiterschaltern 12a bis 12d, die zu den jeweils ausgebildeten Rückstrommaschen gehören, die Sperrspannung auf den am Kondensator 10 anliegenden Spannungswert begrenzt ist. Eine Überschreitung der zulässigen Sperrspannung aufgrund der durch die Lastinduktivität 14 hervorgerufenen Ausgleichsvorgänge wird somit wirksam vermieden.

Der parallel zu den Klemmen des Kondensators 10 angeschlossene Ohmsche Widerstand 11 dient dabei dazu, die aus den Induktivitäten 7 bzw. 14 in den Kondensator 10 entladene Energie in Wärme umzusetzen.

Die erfindungsgemäße Schaltung ermöglicht also den Einsatz von Wechselrichtern bei Lichtbogenschweißgeräten unter Sicherstellung des Lichtbogenbetriebes, ohne daß jedoch unzulässig hohe Sperrspannungen die Halbleiterschalter in den Wechselrichterdiagonalen zerstören könnten.

Die in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform lediglich dadurch, daß anstelle der Hilfsdiode 8 eine variable Gleichspannungsquelle 17 vorgesehen ist, die über eine Entkopplungsdiode 18 parallel zu den Klemmen des Kondensators 10 bzw. des Ohmschen Widerstandes 11 geschaltet ist. Hierdurch wird ebenfalls dem Kondensator 10 eine Gleichspannung aufgeprägt, wobei auch hier der Wert der aufgeprägten Gleichspannung die an den in der jeweiligen Masche angeordneten Halbleiterschaltern 12a bis 12d anliegende Sperrspannung begrenzen. Durch die Variabilität der Gleichspannungsquelle 17 ergibt sich im Unterschied zum in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Unabhängigkeit der aufgeprägten Kondensators spannung vom Ausgang des Sekundäranschlusses des Stromwandlers 4. Die übrigen Vorteile bleiben erhalten.

Schließlich unterscheidet sich das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel der Erfindung von demjenigen der Fig. 2 dadurch, daß anstelle einer Spannungsquelle eine Konstantstromquelle 17 vorgesehen ist, die über eine weitere Entkopplungsdiode 21 die aus den Elementen 10 und 9 gebildete Schutzschaltung versorgt. Die Konstantstromquelle 17 beaufschlagt den Kondensator 10 mit einem Ladestrom derart, daß dieser die dem vorgebbaren Spannungswert entsprechende Ladung erhält. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 erfolgt die Einspeisung des Ladestromes über die weitere Entkopplungsdiode 21 an dem dem Wechselrichter zugewandten Anschlußpunkt der Induktivität 7.

## Patentansprüche

1. Lichtbogenschweißgerät bestehend aus einer In-  
verterstromquelle mit einem netzspannungsgespei-  
sten Gleichrichter (1), einem Zwischenkreis (2), ei-  
nem primärseitig getakteten Stromwandler (4) und  
einem sekundärseitig des Stromwandlers (4) ange-  
ordneten Gleichrichter (5) und einem von der In-  
verterstromquelle gespeisten Wechselrichter, an  
dessen Ausgang eine Schweißelektrode (15, 16) in-  
duktiv angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der an die Inverterstromquelle induktiv ange-  
koppelte Wechselrichter als Brückenschaltung aus-  
geführt ist, wobei in jeder seiner vier Brückendia-  
gonalen jeweils ein Halbleiterschalter (12a – 12d)  
mit einer parallel hierzu geschalteten Freilaufdiode  
(13a – 13d) vorgesehen ist und daß dem Wechsel-  
richter eine Schutzschaltung (9, 10, 11) zugeordnet  
ist, mittels der während der Kommutierungsphase  
die Sperrspannungen an den Halbleiterschaltern  
(13a – 13d) auf einen vorgebbaren Spannungswert  
einstellbar sind.
2. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Inverterstromquelle  
primärseitig zwei wechselweise getaktete Strom-  
wandler enthält.
3. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschaltung  
gebildet ist aus einer parallel zu den Einspeisepun-  
kten des Wechselrichters geschalteten Reihenschal-  
tung aus einem Stromventil (9) und einem Konden-  
sator (10), dem der vorgebbare Spannungswert auf-  
geprägt ist.
4. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, 2 oder  
3, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare  
Spannungswert durch eine insbesondere variierba-  
re Gleichspannungsquelle gebildet ist.
5. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, 2 oder  
3, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare  
Spannungswert durch eine Hilfsdiode (8) gebildet  
ist, welche an dem gemeinsamen Anschlußpunkt  
von Stromventil (9) und Kondensator (10) ange-  
schlossen ist und mit ihrem zweiten Anschluß an  
den Ausgang des sekundärseitig des Stromwand-  
lers (4) angeordneten Gleichrichters (5) angeschlos-  
sen ist.
6. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, 2 oder  
3, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare  
Spannungswert durch eine den Kondensator (10)  
ladende Gleichstromquelle (20) gebildet ist.
7. Lichtbogenschweißgerät nach einem der vorher-  
gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
jeder Halbleiterschalter mit seiner zu ihm parallel  
geschalteten Freilaufdiode integriert ausgeführt ist.
8. Lichtbogenschweißgerät nach einem der vorher-  
gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
anstelle der Inverterstromquelle eine herkömmli-  
che Stromquelle mit einem netzspannungsgespei-  
sten Vollwellen-Gleichrichter verwendet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

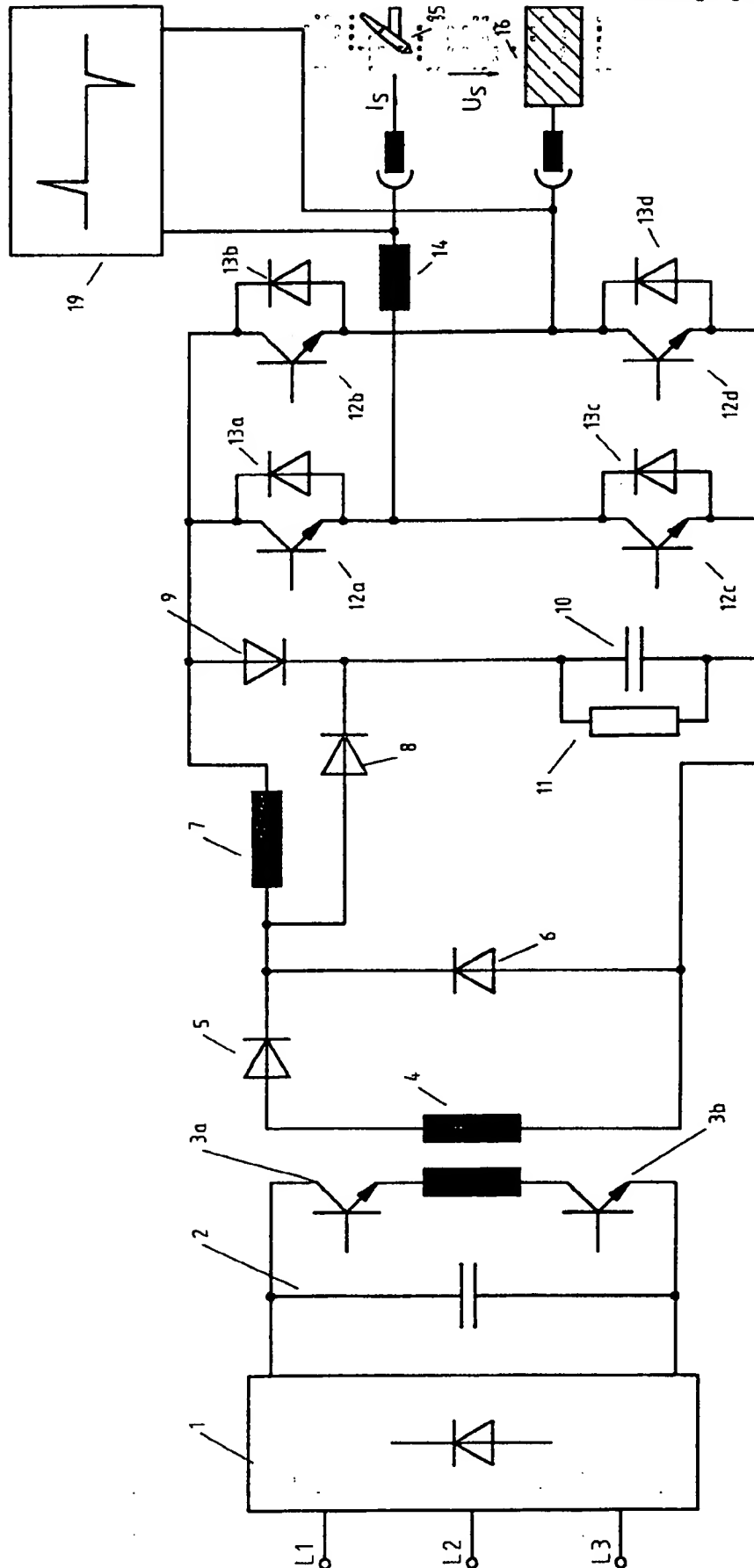


Fig. 1

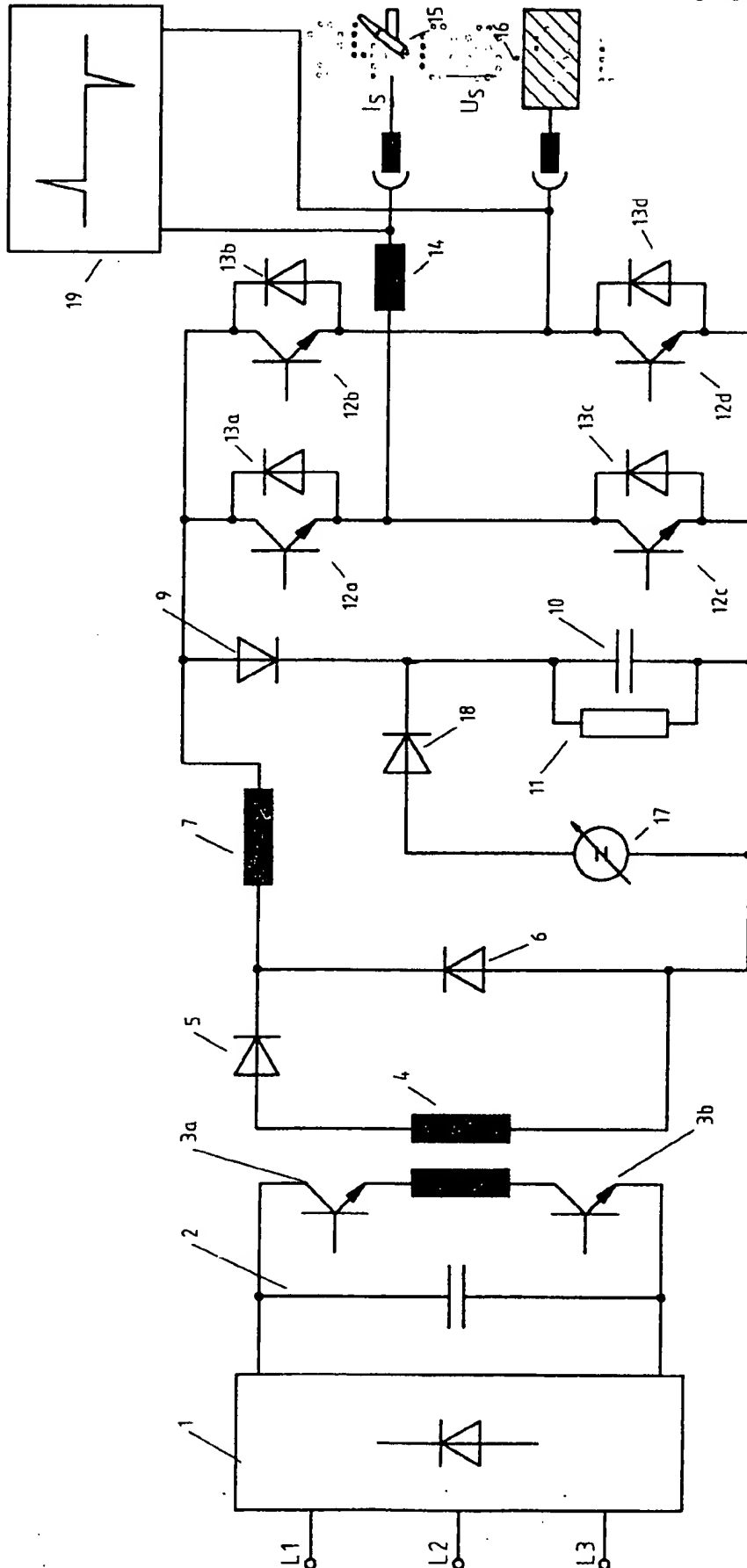


Fig. 2





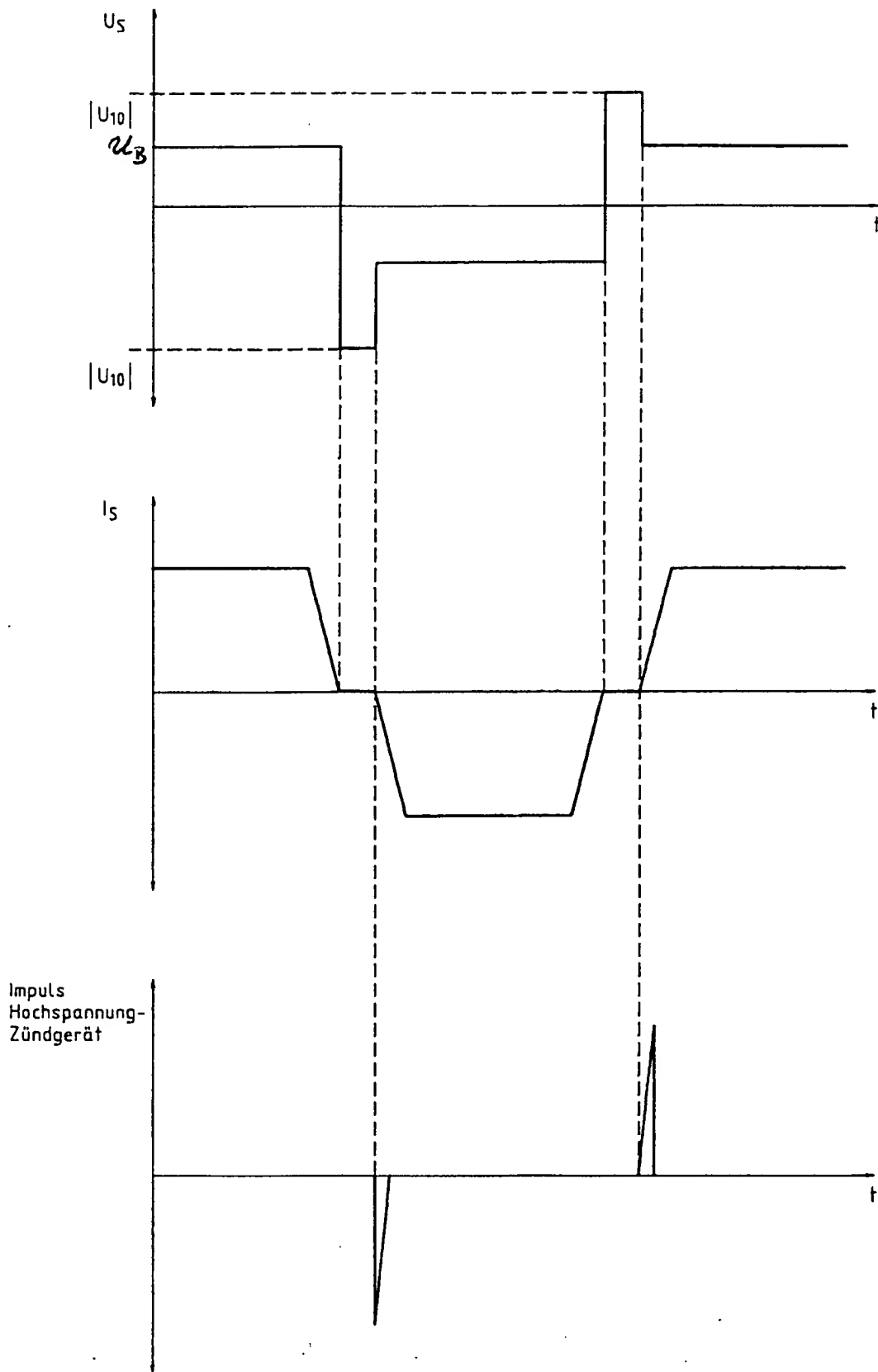


Fig. 4